

ANALISIS TIME SERIES: HARGA BATU BARA NEWCASTLE DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARIMA

Kelompok 13

Anisah Aunillah

NIM. 162112133030

**Ratu Noor
Hasanah**

NIM. 162112133112

**Sevillia Nafisa
Fitri**

NIM. 162112133113



Table of Contents



01

Ringkasan



02

Pendahuluan



03

Metode Penelitian



04

Pembahasan

Ringkasan

Harga batu bara Newcastle, yang menjadi acuan global untuk batu bara thermal, memainkan peran penting dalam industri energi dan ekonomi global. Analisis time series menggunakan metode ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) telah diterapkan untuk memodelkan dan meramalkan harga batu bara Newcastle, dengan data historis dari Januari 2018 hingga April 2024. Studi ini mencakup eksplorasi data, pre-processing, transformasi Box-Cox untuk stabilisasi varians, dan *differencing* untuk mengatasi non-stasioneritas data. Setelah identifikasi model melalui plot ACF dan PACF, model ARIMA(1,1,0), ARIMA(1,1,1), dan ARIMA(0,1,1) diuji dan dibandingkan. Hasil menunjukkan bahwa ARIMA(0,1,1) memiliki kinerja terbaik dengan nilai RMSE, MAPE, dan MAE terendah, menunjukkan kesalahan prediksi terkecil dan akurasi tertinggi. Prediksi harga batu bara untuk periode Mei hingga Desember 2024 menunjukkan tren peningkatan, dengan harga diperkirakan mencapai \$129,9230 pada Desember 2024. Analisis ini memberikan wawasan penting bagi industri energi dan membuat kebijakan dalam menghadapi dinamika pasar batu bara.

Pendahuluan

Harga batu bara Newcastle merupakan salah satu indikator penting dalam industri energi global. Batu bara Newcastle mengacu pada batu bara thermal yang diperdagangkan di pelabuhan Newcastle, Australia, dan harganya menjadi acuan bagi banyak kontrak batu bara di seluruh dunia (Reserve Bank of Australia, 2013). Batu bara ini banyak digunakan dalam pembangkit listrik dan industri, sehingga fluktuasi harganya memiliki dampak signifikan terhadap ekonomi dan kebijakan energi di berbagai negara.

Perkembangan harga batu bara Newcastle tidak terlepas dari dinamika pasar energi global, termasuk permintaan dan penawaran energi, kebijakan lingkungan, serta kondisi geopolitik. Analisis *time series* merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk memahami pola dan tren dalam data historis harga batu bara Newcastle. Metode ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi komponen musiman, tren, dan siklus dalam data, serta membuat prediksi yang lebih akurat. Salah satu model *time series* yang populer adalah ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) (Wiguna, et al., 2020). Model ARIMA mampu menangani data yang non-stasioner dengan mengintegrasikan *differencing* untuk menghilangkan tren atau komponen musiman, sehingga menghasilkan model yang lebih sesuai untuk prediksi jangka pendek dan jangka panjang (Faradilla & Suharsono, 2023).

Model peramalan serta metode analisis *time series* terhadap harga batu bara tidak hanya berguna bagi para pelaku industri energi untuk merencanakan strategi operasional dan investasi, tetapi juga bagi pembuat kebijakan untuk merancang kebijakan energi yang lebih adaptif terhadap perubahan pasar. Selain itu, analisis ini juga dapat memberikan wawasan bagi para ekonom dan peneliti dalam memahami dinamika pasar energi global yang semakin kompleks.

Dalam laporan ini, dilakukan analisis *time series* terhadap harga batu bara Newcastle dengan menggunakan metode ARIMA. Laporan ini akan mencakup langkah-langkah dalam membangun model ARIMA, mulai dari eksplorasi data, identifikasi model, estimasi parameter, hingga evaluasi model. Melalui analisis ini, diharapkan dapat dihasilkan model prediktif yang akurat dan berguna bagi berbagai pihak yang berkepentingan dengan dinamika harga batu bara Newcastle.

Metode Penelitian

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari website <https://www.barchart.com>. Data yang digunakan adalah data bulanan harga batu bara Newcastle periode bulan Januari 2018 sampai April 2024. Variabel penelitian yang digunakan adalah data harga batu bara Newcastle sebanyak 76 data.

Tahapan Penelitian

Tahapan - tahapan penelitian yang digunakan dalam menganalisis data pada penelitian sebagai berikut:

- Pengumpulan data dengan menggunakan data sekunder dengan mengunduh data historis batu bara Newcastle
- Mendeskripsikan data
- Melakukan *pre-processing* dan *exploratory data analysis* (EDA).
- Melakukan peramalan dengan metode ARIMA meliputi:
 - a. Melakukan pengecekan stasioneritas data apakah data telah stasioner dalam varian dan mean. Karena data belum stasioner sehingga dilakukan transformasi data Box-Cox dan differencing agar data stasioner.
 - b. Split dataset menjadi data training dan data testing. Data training diambil dari bulan ... 2020 sampai ... 2023 dan data testing dari bulan ... 2023 sampai ... 2024
 - c. Identifikasi model ARIMA berdasarkan pola ACF dan PACF
 - d. Melakukan pengujian signifikansi parameter ARIMA (p, d, q)
 - e. Melakukan peramalan model ARIMA pada data harga batu bara
 - f. Melakukan pengujian asumsi residual white noise menggunakan uji Ljung Box dan pengujian asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorov Smirnov.
 - g. Hasil peramalan dengan model ARIMA untuk bulan Mei 2024 hingga Desember 2024
 - h. Evaluasi performa model melalui nilai RMSE dan MAPE kemudian memilih model ARIMA terbaik.
- Menarik kesimpulan serta saran penelitian

Pembahasan

Statistika Deskriptif

Analisis data dimulai dengan melakukan analisis statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik dari variabel penelitian. Informasi dari statistika deskriptif untuk memprediksi harga batu bara newcastle pada rentang Januari 2018 – April 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

	Harga Coal
Count	76
Mean	151,1
Standar Deviasi	106
Min	49,8
Max	433,7

Pada Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa terdapat 76 data harga coal. Nilai terendah sebesar 49,8 dan nilai tertinggi sebesar 433,7 dengan nilai rata - ratanya sebesar 151,1 dan tingkat sebaran data sebesar 106.

Visualisasi Data

Sebelum dimulai pemrosesan pada data, terlebih dahulu dilakukan Visualisasi Data yang berguna untuk memberikan pengetahuan lebih terkait karakteristik dataset.



Gambar 1. Visualisasi Data

Pembahasan

Berdasarkan *line plot* data tersebut dapat terlihat bahwa **harga batu bara sangat tinggi pada tahun 2022**. Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya perang Ukraina yang bertepatan di tahun 2022. Perang Ukraina yang dimulai pada tahun 2022 telah berdampak signifikan terhadap harga komoditas batu bara. Konflik ini mengakibatkan gangguan pasokan energi global, terutama karena Rusia adalah salah satu produsen utama minyak dan gas alam. Sebagai akibatnya, banyak negara yang biasanya bergantung pada gas alam dan minyak dari Rusia mulai beralih ke batu bara sebagai sumber energi alternatif. ([KOMPAS.com](#)) ([Bisnis.com](#))

Permintaan batu bara meningkat drastis, yang mendorong harga komoditas ini naik tajam. Pada awal Maret 2022, harga batu bara melonjak hingga 446 dolar AS per ton, meningkat sekitar 233,83 persen sejak awal tahun. Lonjakan ini terutama didorong oleh ketatnya pasokan dan tingginya permintaan dari negara-negara yang mencari alternatif energi fosil lain akibat gangguan pasokan gas alam dari Rusia ([KOMPAS.com](#)).

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai harga batu bara dari tahun ke tahun:

1. Periode Stabil (2018 – 2020):

- Dari Januari 2018 hingga sekitar awal tahun 2020, harga batu bara cenderung stabil. Periode ini mencerminkan kondisi pasar batu bara yang relatif tenang.

2. Penurunan (2020):

- Pada awal tahun 2020, harga batu bara mengalami penurunan, yang kemungkinan besar disebabkan oleh penurunan permintaan global akibat pandemi COVID-19. Pembatasan aktivitas ekonomi dan penurunan produksi industri mengakibatkan turunnya kebutuhan energi, termasuk batu bara.

3. Pemulihan dan Lonjakan (2021 – 2022):

- Mulai akhir tahun 2020 hingga sepanjang tahun 2021, harga batu bara mulai menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Lonjakan ini semakin tajam memasuki tahun 2022, dimana harga batu bara mencapai puncaknya sekitar pertengahan tahun dengan harga lebih dari 400 dolar AS per ton.
- Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, lonjakan harga di tahun 2022 dipengaruhi oleh adanya perang Ukraina.

4. Penurunan Pasca Puncak (2023 – 2024):

- Harga batu bara mulai menurun kembali pada tahun 2023. Penurunan ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk penyesuaian pasar, peningkatan pasokan, dan kemungkinan langkah-langkah untuk stabilisasi harga energi global.

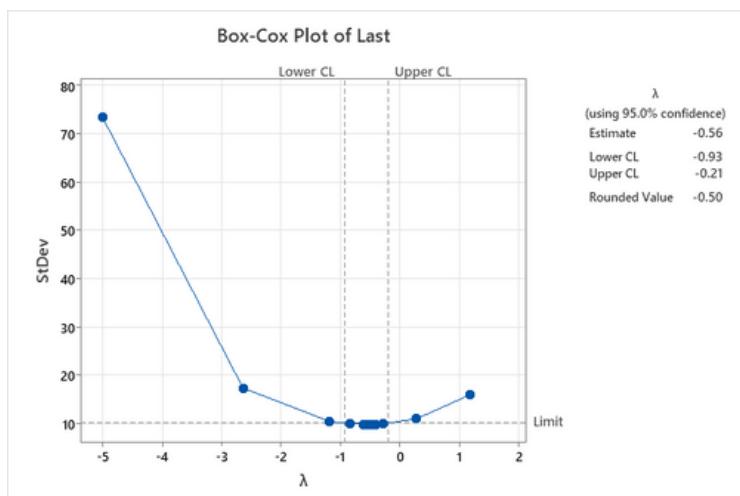
Pembahasan

Uji Stasioneritas

Sebelum dilakukan prediksi time series, stasioneritas data perlu dipastikan terlebih dahulu karena umumnya pada analisis time series khususnya pemodelan ARIMA, membutukan data yang stasioner.

Uji Transformasi Varians

Uji Box-cox dilakukan untuk mengetahui apakah data stationer dalam varian dengan melihat nilai rounded value atau nilai *lower CL* dan *upper CL*. Suatu data dapat dikatakan stasioner dalam varians jika hasil plot Box-Cox menunjukkan bahwa nilai rounded value = 1 atau nilai 1 berada dalam interval antara *lower* dan *upper CL*



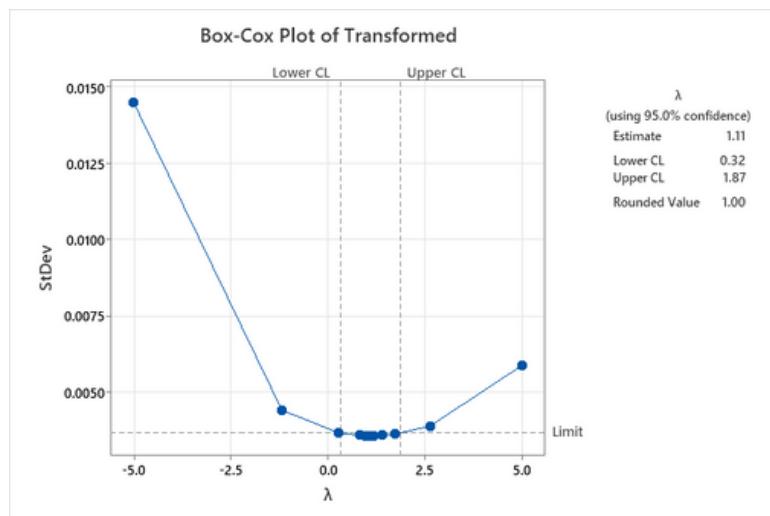
Gambar 2. Box-Cox Last

Berdasarkan plot diatas, diketahui nilai lower CL -0,93 dan upper CL -0,21 dengan rounded value -0,50. Sehingga disimpulkan bahwa data tidak stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi Box-Cox.

Transformasi Box-Cox

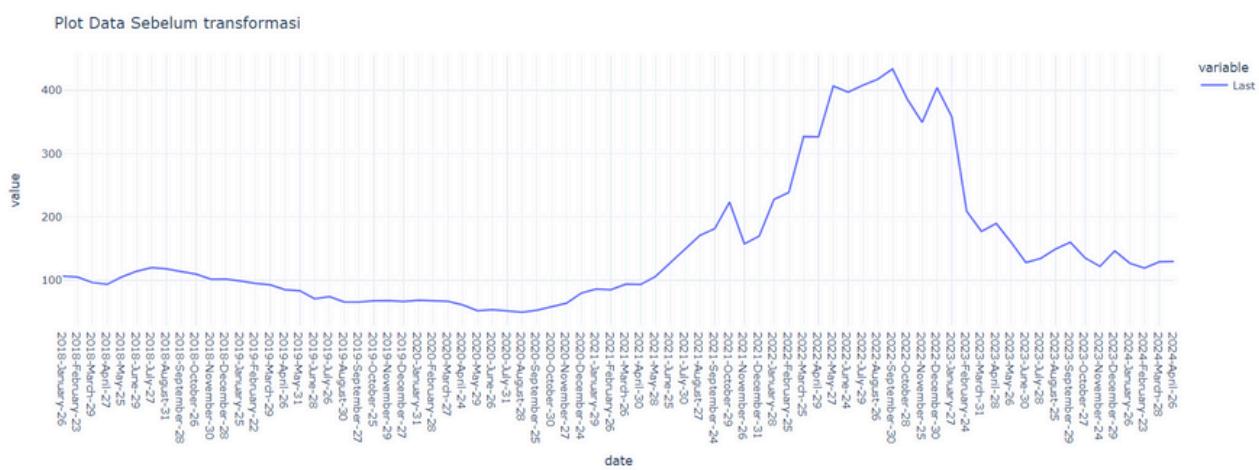
Mengatasi data yang tidak stasioner dalam varians dilakukan dengan transformasi Box-Cox yang dilakukan dengan menggunakan software Minitab dengan *rounded value* sebelum dilakukan transformasi -0,5. Sehingga persamaan transformasi Box-Cox yang digunakan adalah $\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$. Selanjutnya untuk memastikan bahwa data sudah stasioner dalam varians, dilakukan uji Box-Cox pada data hasil transformasi.

Pembahasan

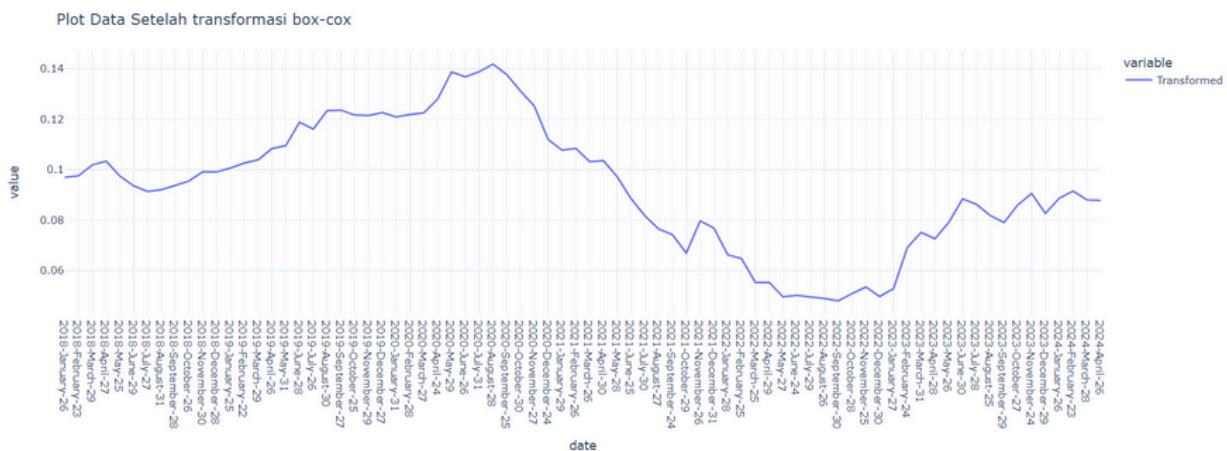


Gambar 3. Box-Cox Last Transformed

Plot Box-Cox data hasil transformasi menunjukkan bahwa data sudah stasioner dalam varians. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai 1 yang termasuk ke dalam interval antara lower dan upper CL yaitu 0,32 hingga 1,87 dengan *rounded value* sebesar 1.



Gambar 4. Plot Data Sebelum Transformasi Box-Cox



Gambar 5. Plot Data Setelah Transformasi Box-Cox

Pembahasan

Plot sebelum transformasi menunjukkan fluktuasi harga yang signifikan dan volatilitas pasar yang tinggi, dengan kenaikan tajam setelah akhir 2020, puncak di awal 2022, dan penurunan signifikan setelahnya. Setelah transformasi Box-Cox, tren yang sama tetap terlihat namun dengan variasi yang lebih halus dan terkendali. Transformasi ini mengurangi heteroskedastisitas, membuat data lebih stabil dan sesuai untuk analisis statistik yang membutuhkan distribusi normal, sehingga memudahkan penerapan model statistik yang lebih akurat.

Uji Transformasi Means

Uji stasioneritas mean dilakukan untuk mengetahui apakah data stasioner dalam mean atau tidak dengan menggunakan uji ADF. Dengan hipotesis:

H_0 : Data tidak stasioner

H_1 : Data stasioner

Tabel 2. Uji ADF Data Hasil Transformasi

Uji Augmented Dickey Fuller

p-value	0,20
ADF Statistic	-2,21

Berdasarkan uji ADF diatas didapatkan *p-value* sebesar 0,20 dimana nilai tersebut lebih besar daripada $\alpha(0,05)$. Sehingga diambil keputusan gagal tolak H_0 yang berarti tidak stasioner dalam mean dan perlu dilakukan proses differencing.

Differencing

Proses differencing merupakan upaya untuk mengatasi data yang tidak stasioner dalam mean. Setelah dilakukan differencing pada data hasil transformasi dengan orde $d = 1$, dilakukan uji ADF pada data.

Tabel 3. Uji ADF Data Hasil Transformasi & Differencing

Uji Augmented Dickey Fuller

p-value	0,01
ADF Statistic	-3,35

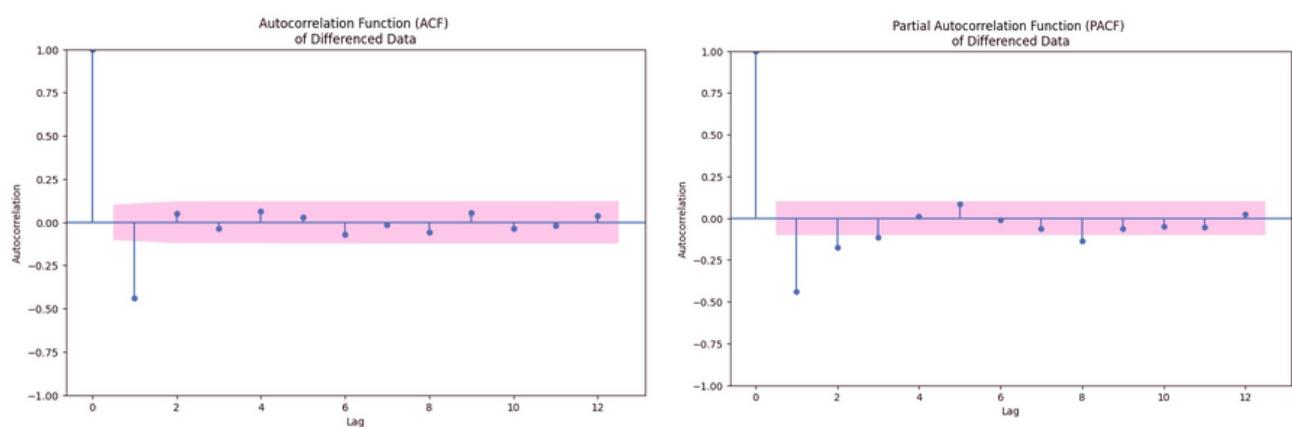
Berdasarkan uji ADF diatas didapatkan *p-value* sebesar 0,01 dimana nilai tersebut lebih kecil daripada $\alpha(0,05)$. Sehingga diambil keputusan tolak H_0 yang berarti stasioner dalam mean.

Pembahasan

Identifikasi Model

Identifikasi model ARIMA atau penentuan parameter p, d, dan q yang akan digunakan pada model ARIMA dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu dengan melihat lag pada plot ACF dan PACF serta dengan membandingkan nilai AIC dan BIC pada tiap model ARIMA dengan rentang tiap parameter yang ditentukan.

Plot ACF dan PACF



Gambar 6. Plot ACF PACF Data Hasil Transformasi dan Differencing

Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 6 dari data yang sudah melalui proses differencing, model ARIMA yang sesuai kemungkinan adalah ARIMA(1,1,0) atau ARIMA(1,1,1). ACF menunjukkan autokorelasi signifikan hanya pada lag 1, sementara PACF juga menunjukkan signifikansi pada lag 1 tetapi tidak pada lag lainnya. Ini menunjukkan bahwa differencing telah membuat data stasioner dan model AR dengan orde 1 mungkin cocok. Oleh karena itu, model ARIMA(1,1,0) atau ARIMA(1,1,1) perlu diuji lebih lanjut menggunakan kriteria informasi seperti AIC atau BIC serta uji diagnostik *residual* untuk menentukan model yang paling tepat untuk peramalan data *time series* ini.

Split Data

Data dibagi menjadi *data train* dan *data test* dengan memotong secara manual. Data train terdiri dari 68 data yang diambil dari tanggal 23 Februari 2018 hingga 29 September 2023, sedangkan data test terdiri dari 7 data yang diambil dari tanggal 27 Oktober 2023 hingga 26 April 2024.

Pembahasan

Parameter/Model Terbaik

Pada analisis ini, pencarian parameter/model terbaik dilakukan dengan mencari masing-masing nilai AIC dan BIC dari setiap kemungkinan parameter p, d, q yang kemudian diurutkan dari nilai AIC dan BIC terkecil.

Tabel 4. Uji Parameter ARIMA Terbaik

Model	AIC	BIC
ARIMA (1,1,0)	-511,43	-507,02
ARIMA (1,1,1)	-511,03	-504,42

Diambil 3 model dengan nilai AIC terkecil, yaitu model ARIMA (1,1,0) dengan nilai AIC sebesar -511,42 serta ARIMA (1,1,1) dengan nilai AIC sebesar -511,03.

Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk menentukan apakah parameter yang diestimasi dalam model time series memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel yang diamati. Dengan hipotesis:

H_0 : Parameter tidak signifikan

H_1 : Parameter signifikan

Tabel 5. Uji Signifikansi Parameter ARIMA

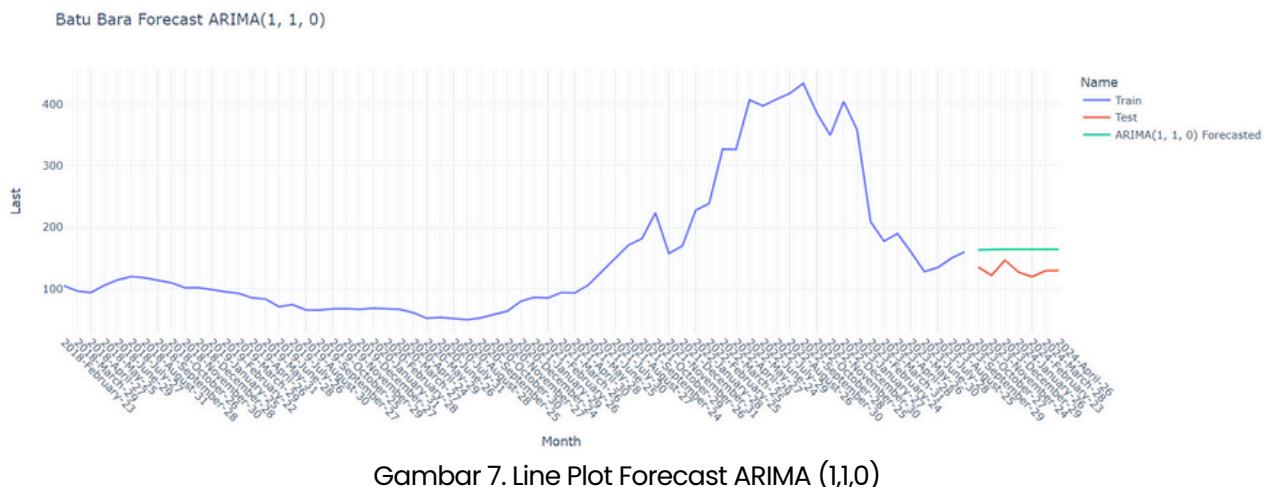
Model	Parameter	P-Value	Keputusan
ARIMA (1,1,0)	AR(1)	0,03	Signifikan
ARIMA (1,1,1)	AR(1)	0,00	Signifikan
	MA(1)	0,01	Signifikan

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh model ARIMA (1,1,0) dan ARIMA (1,1,1) memiliki p-value lebih kecil dari α . Sehingga dapat disimpulkan tolak H_0 yang artinya parameter-parameter model tersebut signifikan terhadap model.

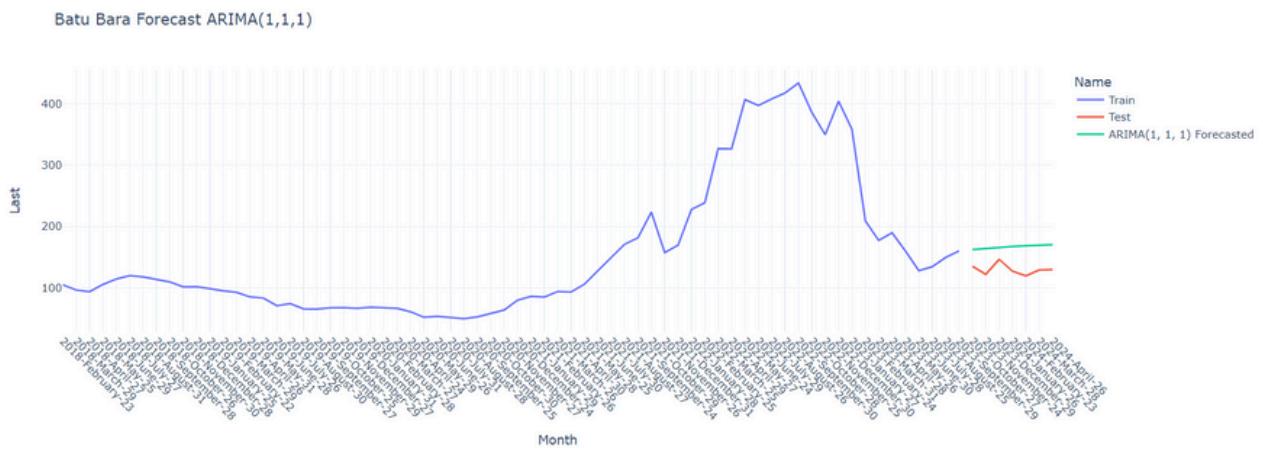
ARIMA Forecasting

Peramalan harga batu bara Newcastle untuk tujuh bulan ke depan, yaitu dari 27 Oktober 2023 hingga 26 April 2024. Data harga batu bara dari tujuh bulan terakhir, terhitung dari 27 Oktober 2022 hingga 26 Oktober 2023, akan digunakan sebagai data uji atau data validasi. Data ini akan digunakan sebagai pembanding untuk mendapatkan metrik evaluasi model peramalan. Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan hasil peramalan dengan model ARIMA.

Pembahasan



Gambar 7. Line Plot Forecast ARIMA (1,1,0)



Gambar 8. Line Plot Forecast ARIMA (1,1,1)

Perbandingan data peramalan dengan *data test* tiap model nya pada 27 Oktober 2023 hingga 26 April 2024 ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Forecasting ARIMA pada Data Test

Tanggal	Forecasting		Aktual
	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (1,1,1)	
27 Oktober 2023	163,12	162,35	135,2
24 November 2023	163,93	164,23	127,1
29 Desember 2023	164,14	165,91	146,4
26 Januari 2024	164,20	167,31	127,1
23 Februari 2024	164,21	168,50	119,4
28 Maret 2024	164,22	169,50	129,1
26 April 2024	164,22	170,35	129,75

Pembahasan

Dalam analisis peramalan harga batu bara Newcastle menggunakan tiga model ARIMA, yaitu ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1), dan ARIMA (0,1,1), terlihat bahwa ketiga model tersebut semuanya cenderung memperkirakan harga lebih tinggi daripada harga aktual dari Oktober 2023 hingga April 2024. Evaluasi lebih lanjut menggunakan MAE, RMSE, atau MAPE diperlukan untuk menentukan model terbaik. ARIMA (0,1,1) menunjukkan kecenderungan prediksi yang lebih konsisten.

Pengujian Asumsi Residual

Analisis selanjutnya adalah pemeriksaan diagnostik, untuk melihat kelayakan model yang sudah diidentifikasi. Model yang akan dipilih adalah model yang memenuhi asumsi residual bersifat *white noise* dan residual berdistribusi normal. Dengan hipotesis:

H_0 : Residual *white noise*

H_1 : Residual tidak *white noise*

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Tabel 7. Hasil Uji Asumsi Residual Model ARIMA

Model	Uji	P-Value	Keputusan
ARIMA (1,1,0)	Shapiro Wilk	0,78	Gagal tolak H_0 , residual berdistribusi normal
	L-Jung Box	0,40	Gagal tolak H_0 , residual memenuhi asumsi <i>white noise</i>
ARIMA (1,1,1)	Shapiro Wilk	0,42	Gagal tolak H_0 , residual berdistribusi normal
	L-Jung Box	0,42	Gagal tolak H_0 , residual memenuhi asumsi <i>white noise</i>

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa ketiga model ARIMA memperoleh keputusan gagal tolak pada pengujian L-Jung Box dan Shapiro Wilk berarti residual memenuhi syarat *white noise* dan distribusi normal, dikarenakan nilai p-value yang dihasilkan lebih besar dari nilai α sebesar 0,05 pada setiap uji. Sehingga dapat disimpulkan asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal.

Pemilihan Model ARIMA

Kriteria pemilihan model ARIMA terbaik ditentukan oleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE). Semakin kecil nilainya maka menunjukkan hasil peramalan dari model semakin mendekati nilai aktual.

Pembahasan

Evaluasi performa model ARIMA ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Model	RMSE	MAPE	MAE
ARIMA (1,1,0)	0,010	11,064	0,009
ARIMA (1,1,1)	0,011	11,821	0,010

Model ARIMA(0,1,1) menunjukkan kinerja terbaik dibandingkan dengan 2 model yang lainnya untuk data time series harga coal Newcastle berdasarkan tiga metrik evaluasi (RMSE, MAPE, dan MAE). Model ini memiliki nilai RMSE terendah sebesar 0,009683, nilai MAPE terendah sebesar 10,486%, dan nilai MAE terendah sebesar 0,009293. Hal ini menunjukkan bahwa ARIMA(0,1,1) memiliki kesalahan prediksi terkecil dan memberikan prediksi paling akurat dibandingkan dengan model-model lainnya yang dievaluasi.

Hasil Forecast Beberapa Data Ke depan

Peramalan pada *data test* dilakukan untuk mendapatkan nilai evaluasi metrik yaitu RMSE, MAPE, dan MAE. Selanjutnya dilakukan *forecast* untuk harga batu bara pada bulan Mei hingga Desember 2024 menggunakan parameter model terbaik yang memiliki metrik evaluasi terkecil yaitu ARIMA(1,1,0)

Tabel 9. Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Bulan	ARIMA(1,1,0)
Mei 2024	129,8868
Juni 2024	129,9154
Juli 2024	129,9214
Agustus 2024	129,9227
September 2024	129,9229
Oktober 2024	129,9230
November 2024	129,9230
Desember 2024	129,9230

Berdasarkan tabel 9 di atas, diperoleh hasil peramalan harga batu bara pada bulan Mei hingga Desember 2024 yang cenderung terus meningkat dari bulan Mei hingga bulan September. Harga batu bara pada bulan Desember 2024 diprediksikan mencapai angka \$129,9230.

Daftar Pustaka

- Idris, M. (2022, March 8). Perang Rusia-Ukraina, Batu Bara RI Terkena Dampaknya. KOMPAS.com; Kompas.com. <https://money.kompas.com/read/2022/03/08/073113626/perang-rusia-ukraina-batu-barai-terkena-dampaknya>
- Faradilla, S., & Suharsono, A. (2023). Peramalan Penjualan Produk Baja dan Besi di PT MSU dengan Pendekatan Metode ARIMA dan Single Moving Average. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 12(1), 2337–3520.
- Faustina Prima Martha, & Novita Sari Simamora. (2022, March 5). Efek Konflik Rusia-Ukraina, Harga Batu Bara Mengamuk. Bisnis.com; Bisnis.com. <https://market.bisnis.com/read/20220305/94/1507133/efek-konflik-rusia-ukraina-harga-batu-barab-mengamuk>
- Reserve Bank of Australia. (2013). Statement on Monetary Policy February 2013. RBA. Retrieved Februari 6, 2024, from <https://www.rba.gov.au>
- Wiguna, H., Nugraha, Y., R., F. R., Andika, A., Kanggrawan, J. I., & Suherman, A. L. (2020). Kebijakan Berbasis Data: Analisis dan Prediksi Penyebaran COVID-19 di Jakarta dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Jurnal Sistem Cerdas*, 03(02), 74–83.